

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

E.A.P. DE ODONTOLOGIA

**“Evaluación in vitro de la microdureza superficial de una
resina de nanorelleno y una resina compuesta posterior”**

TESIS

**Para optar el Título Profesional de
Cirujano Dentista**

AUTOR

Gina Melisa Loyola Monterroso

ASESORES

Gerardo Ayala De la Vega

Lima – Perú

2012

JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Presidenta : Mg. Carmen Quintana Del Solar

Miembro : C.D. Felipe Lozano

Asesor : Mg. Gerardo Ayala De la Vega

Este trabajo está dedicado

*A Dios por estar siempre presente , guiar mis pasos y
permitirme disfrutar cada día de vida.*

*A mis padres y a mi hermana Gilda, por su amor y su
apoyo incondicional en todo momento.*

Agradecimientos

- A mi asesor Dr. Gerardo Ayala De la Vega, por motivarme y ayudarme en la elaboración de este trabajo.
- A la Dra. Carmen Quintana y al Dr. Felipe Lozano por todo su apoyo .
- Al Ingeniero Arturo Tayedo de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería por las facilidades que brindó para poder emplear los laboratorios de la facultad de Ciencias
- A mis amigos por apoyarme a realizar este trabajo.
- A todos que de forma directa o indirecta ayudaron en la realización de este trabajo.

RESUMEN

El actual estudio evaluó la microdureza superficial in vitro de dos materiales restauradores, una resina de nanorelleno(Z350XT 3M) y una resina compuesta posterior(P60 3M).

Se elaboraron 15 cilindros de 4mm de diámetro y 2mm de altura de cada uno de los materiales en estudio. La microdureza superficial fue medida en Vickers(vk) y para ello se utilizo el test de microdureza de Vickers, usando un microdurómetro que tiene un diamante identador, aplicando una carga de 100g por 15 segundos.

Para determinar si hubo una varianza estadística significativa entre las medidas de microdureza de los materiales evaluados, se utilizó la prueba T-Student y para hacer una comparación entre las variaciones de los dos materiales, se utilizo la prueba de Anova.

La resina P60 presento mayor promedio de microdureza superficial que la resina de nanorelleno Z350.Concluyéndose que hubo diferencia significativa entre las microdurezas superficiales de los dos materiales evaluados.

ABSTRACT

The present study evaluated in vitro superficial microhardness two restorative materials nanofiller resin (Z350XT 3M) and a rear composite (3M P60).

Fifteen cylinders were prepared 4mm 2mm diameter and height of each of the materials under study. The surface microhardness was measured in Vickers (vk) and it was used for the Vickers microhardness test, using a microhardness tester having a diamond indentador, applying a load of 100 g for 15 seconds.

To determine whether there was a statistically significant variance between measurements of microhardness of the materials tested, we used the Student t-test and to make a comparison between the variations of the two materials, we used the ANOVA test. The P60 resin had higher average surface microhardness than Z350. The conclusion is there was significant difference between the surface microhardness of the two materials evaluated.

Keywords: microhardness, composites

Lista de tablas

- TABLA 01 Análisis de medias de las resinas de nanorelleno y resinas compuestas posteriores.....45
- TABLA 02 T-student para comparar microdureza superficial entre resina de nanorelleno y compuesta posterior.....48
- TABLA 03 Prueba anova para determinar la significancia entre las variaciones de microdureza de los dos materiales.....49

Lista de gráficos

- GRAFICO 01 Variación entre valores máximos y mínimos de microdureza superficial entre los dos grupos.....45
- GRAFICO 02 Variación de la microdureza superficial entre los dos materiales de estudio.....47

ÍNDICE

	PAG.
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	
2.1 Área del problema.....	13
2.2 Delimitación del problema.....	13
2.3 Formulación del problema.....	14
2.4 Justificación de la investigación	14
2.5 Objetivos de la investigación	
2.5.1 Objetivo general.....	15
2.5.2 Objetivos específicos.....	15
III. MARCO TEÓRICO	
3.1 Antecedentes del problema.....	16
3.2 Bases teóricas.....	19
3.3 Definición de términos básicos.....	38
3.4 Hipótesis	39
3.5 Operacionalización de variables.....	39
IV. DISEÑO METODOLÓGICO	
4.1 Tipo de estudio.....	40
4.2 Muestra.....	40
4.3 Procedimientos y técnicas.....	40

4.4	Procesamiento de datos.....	42
4.5	Análisis de resultados.....	42
V.	RESULTADOS.....	44
VI.	DISCUSIÓN.....	50
VII.	CONCLUSIONES.....	53
VIII.	RECOMENDACIÓN.....	54
IX.	BIBLIOGRAFIA.....	55
X.	ANEXOS.....	63

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente las resinas ocupan un lugar importante entre los materiales de restauración. Las resinas; debido a sus propiedades de biocompatibilidad, resistencia a la abrasión, desgaste, facilidad en la manipulación, condensación, acabado, buena adaptación marginal, sellado, conservación de los márgenes y gran capacidad estética; han sido uno de los materiales más utilizados en el campo de la odontología como material restaurador.

Hay muchas investigaciones que se han llevado a cabo para analizar la propiedades mecánicas y estéticas de las resinas con el fin de encontrar un material ideal para reemplazar la pérdida de estructuras dentales. En la década de 1960 las resinas fueron introducidas para la restauración de dientes anteriores mostrando una buena durabilidad y los continuos estudios han dado lugar a un considerable desarrollo científico, industrial y tecnológico en los últimos años, lo que demuestra su creciente uso en dientes anteriores y posterior.

Sin embargo, en los dientes posteriores, debido a las grandes fuerzas de masticación a los cuales se ven sometidos, ha hecho que sea necesario una mayor evaluación.

Por lo tanto aún se encuentran bajo investigación para poder mejorar algunas de sus propiedades y, así, disminuir algunas características negativas que pueden tener, como el hecho de que todavía exista contracción por

polimerización que puede generar micro filtración o el alto desgaste abrasivo que sufren por contacto con otros materiales dentales más duros.

La dureza es un componente determinante en el éxito de las restauraciones, es por eso que la dureza determina el grado de deformación de un material y se acepta generalmente como una propiedad importante y un parámetro valioso para la comparación con la estructura del diente.

Lo que pretende este estudio es determinar las microdureza superficiales de los materiales que vamos a analizar y así poder determinar cual presenta mayor dureza, por consiguiente las obturaciones tendrán un mejor pronóstico en boca.

II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Antecedentes del problema

Los composites han ido mejorando constantemente en los últimos años, por ello el progreso en la calidad de las mismas, de manera que actualmente son duraderas y estéticas, además son los materiales que desempeñan mejor los requerimientos de excelente estética y durabilidad³⁷.

Pero a pesar de la mejora en los composites existen problemas inherentes a los materiales restauradores, principalmente en las restauraciones de las regiones posteriores en donde la fuerza de oclusión es elevada³⁸.

Es por eso que la dureza es uno de los componentes determinantes en el éxito de las restauraciones. La dureza es definida como la resistencia a la penetración, al desgaste o al rayado³⁹. Cuanta mayor cantidad de material de relleno tenga la resina, mejores serán sus propiedades físicas y por lo tanto mayor será su dureza, y menores serán su contracción y los cambios dimensionales. La presencia del material de relleno hace que las resinas sean resistentes a cargas y a la abrasión⁴⁰.

2.2 Delimitación del problema

Algo que siempre ha preocupado a los odontólogos ha sido la dureza de los materiales el cual influye en la fuerza de desgaste y que a su vez repercute en

la duración de los materiales, es decir pronóstico de permanencia en boca de los diferentes materiales usados en obturaciones. Es por eso que se siguen investigando las propiedades de estos materiales para alargar su vida clínica.

La presente investigación tiene importancia teórica, porque en el medio no existen suficientes estudios, por lo tanto aportará información a la comunidad odontológica. Y también tiene importancia práctica, porque esta información permitirá al odontólogo poder escoger el mejor material para el trabajo que desee realizar y que este trabajo resulte exitoso.

2.3 Formulación del problema

¿Existirá variación en la microdureza superficial entre una resina de nanorelleno y una resina compuesta posterior al ser sometida a un durómetro?

2.4 Justificación de la investigación

La presente trabajo de investigación espera obtener valores de microdureza que nos indiquen si existe variación en la microdureza superficial entre una resina de nanorelleno y una resina compuesta posterior al ser sometidas a un durómetro, ya que no existen suficientes estudios y los ya existentes no están actualizados, por lo tanto este trabajo aportará información a la comunidad odontológica.

Y he ahí su importancia social ya que los profesionales de la salud podrán informar mejor a sus pacientes sobre cual material será el idóneo para cada caso.

2.5 Objetivos de la investigación

2.5.1 Objetivo general

Evaluar la microdureza superficial de dos materiales restauradores de uso directo luego de ser sometidos al durómetro.

2.5.2 Objetivos específicos

- Determinar el grado de microdureza de una resina de nanorelleno.
- Determinar el grado de microdureza de una resina compuesta posterior.
- Comparar la microdureza de una resina de nanorelleno una resina compuesta posterior.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes del problema

Cremonuzzi TD, Sato SS, Silva JL, Marcondes AJ, Candido DA (2012) evaluaron la dureza en Vickers de ocho resinas. Las resinas usadas fueron Filtek Z250, P60, 4Seasons, Herculite, Tetric Ceram, Charisma y Filtek Z100. Evaluaron su microdureza a las 24 horas y a las 382 horas, concluyendo que si hubo diferencia significativa entre las resinas, pero el tiempo no influyó en la microdureza superficial.¹

Tchorz JP, Doll R, Wolkewitz M, Hellwig E, Hannig C. (2011) realizaron un estudio in vitro para comparar la microdureza de tres resinas compuestas con diferentes matrices orgánicas usadas en cavidades profundas de clase II, se usaron las resinas Filtek Supreme Z350^{xt}(FS), Quixfil (QF) y Filtek Silorane(SI), concluyendo que la resina QF presentó los valores más altos de microdureza seguida por la resina FS.²

Baldion EA, Vaca HD, Alvarez SC y Agaton MD (2011) realizaron un estudio comparativo para poder determinar, analizar y comparar la dureza, módulo elástico y la resistencia de tres resinas compuestas (Microhíbrida Z-250 de 3M, empacable a base de metacrilato P60 de 3M y resina a base de silorano P90 de 3M), para determinar la dureza de los materiales usaron un microidentador Vickers concluyendo que de las muestra de las tres resina, la de Z-250

presento mayores valores de dureza , mientras que la P-90 mayor resistencia a la compresión y mayor módulo elástico la Z-250.³

Briso AL, Caruzo LP, Guedes AP, Catelan AD y Dos Santos PH (2001) evaluaron in vitro la rugosidad superficial y la microdureza de materiales restauradores, previamente las muestras fueron sumergidos en ac. Clorhídrico, refresco o agua destilada por un periodo de cinco semanas, concluyendo que la resina Filtek Supreme Z350^{XT} presentó los mayores valores d microdureza antes y después del proceso.⁴

Saintive CG (2011) realizó un estudio para evaluar la microdureza de dos resinas (Z-250 y P-90 de 3M) fotopolimerizando en diferente profundidades , utilizando una lámpara LED y siendo sometidas al test de Knoop al inicio y luego a otra evaluación después de siete días en las cuales las muestras fueron puestas en una estufa a una temperatura de 37° para evaluar la microdureza, hallándose que la que la resina P-90 presentó menos valores de microdureza en comparación de la Z-250 y finalmente concluyendo que a mayor profundidad menor microdureza, también que luego de un periodo de 7 días , las propiedades de dureza mejoraron.⁵

Ferreira IA (2010) evaluó la microdureza superficial de resinas compuestas a base metacrilato y silorano(Filtek Z250 y Filtek P90),curadas con lámparas halógenas o LED a diferentes profundidades para el estudio utilizó un probador de microdureza Vickers y los resultados obtenidos mostraron que la resina Filtek Z250 presentó mayores valores que la resina Filtek P90 también que las

muestras de resina Filtek Z250 mostraron mayor dureza al ser fotopolimerizadas con lámparas LED ,pero en las muestras con Filtek P90 mostraron valores similares con ambas lámparas y por último se concluyó que la profundidad de polimerización es un factor determinante para hallar valores de microdureza.⁶

Gómez BS, Noriega BM, Guerrero IJ y Borges YA (2010) evaluaron la alteración de la microdureza de seis resinas (P60, Z250, Z350, Z350^{xt}, Tetric Ceram, Premisa)frente a la acción de una bebida gaseosa (Coca Cola). Se utilizaron 6 diferentes resinas y se elaboraron muestras , primero se midió su microdureza inicial y luego fueron sometidas a la acción de la bebida gaseosa por 7 días para volver a calcular su microdureza, concluyendo que hubo una disminución significativa de la microdureza superficial en la mayoría de las resinas excepto en una (Tetric Evo Ceram)y siendo la resina Z350^{xt} la más afectada en su microdureza.⁷

Gonzaga SF, Sano TK, Oliveira SV, Benitez CA (2010) evaluaron la microdureza de las resinas Charisma (microhíbrida) y Z100 (híbrida) en relación a la profundidad de polimerización, la fuente de luz: LED y luz halógena y tiempo de análisis, concluyendo que la resina Z100 presentó mayores valores de microdureza en relación a la resina Charisma, también se concluyó que a mayor profundidad menor la dureza y por último que el aparato de luz halógena proporcionó mayor grado de polimerización.⁸

Alencar EA, Bezerra DS, De- Moraes MD, Rodriguez LK y Porto-Neto ST (2010) realizaron un estudio para evaluar la microdureza de dos distintas

resinas (Filtek-A110 , Filtek-Z250) que fueron fotopolimerizadas a cuatro distancias diferentes, concluyendo que la resina Filtek-Z250 presentó mayores de valores de microdureza que la resina Filtek-A110 y que el incremento en la distancia de fotopolimerización no modificó el grado de polimerización de la resina Filtek -Z250, pero si en la resina Filtek -A110.⁹

Pires HC, Carvalho BO, Freitas AC, Freitas AM y Lauris PJ (2007)

evaluaron la dureza de Vickers de 29 resinas compuestas, se midió una microdureza inicial, luego las muestras fueron almacenadas en agua desionizada a 37° durante 168 horas, y después se midió una microdureza final, demostrando que los valores finales de dureza de las resinas Filtek Z100 y Filtek P60 fueron mayores que las demás resinas analizadas.¹⁰

3.2 Bases teóricas

2.2.1 Esmalte Dental

El esmalte es un material extracelular libre de células. Por eso no se lo puede clasificar como tejido. Este material esta mineralizado y su dureza mayor que de los tejidos calcificados. Posee una configuración especial que le permite absorber golpes o traumas sin quebrarse; este esmalte una vez formado ya no se puede reemplazar ^{11,12}.

El esmalte está formado por millones de prismas altamente mineralizados que recorren todo su espesor, desde la conexión amelodentinaria a la superficie externa o libre en contacto con el medio bucal . Recubre a manera de casquete

a la dentina en su porción coronaria, ofreciendo protección al tejido dentino-pulpar.^{12,13}

El espesor del esmalte varía en diferentes partes de la corona y puede alcanzar un máximo de 2,5 mm en las cúspides de algunos dientes³¹. Es máximo en los bordes incisales y en las cúspides, desde donde va disminuyendo hacia el margen cervical. El mayor espesor en la dentición permanente se alcanza en las superficies oclusales de los molares¹⁴.

Existen ciertas características que hacen al esmalte único. Dichas características son las siguientes:

1.- Embriológicamente: A partir de la sexta semana aparece un engrosamiento laminar del epitelio bucal (ectodermo) que sigue la curva de los bordes maxilares, son las laminas dentales; en ellas se producen proliferaciones ectodérmicas redondeadas llamadas yemas dentales, La cara profunda de cada yema ectodérmica se invagina y forma una caperuza, llamada órgano del esmalte que se diferencia en un epitelio externo del esmalte y un epitelio interno del esmalte que rodean un cumulo laxo de células. Las células del epitelio interno del esmalte se diferencian en ameloblastos y producen el esmalte que se deposita sobre la superficie externa de la dentina. Al desarrollarse por completo el esmalte y los ameloblastos se convierten en una delgada cutícula del esmalte, que luego se desgasta por el proceso de la masticación^{11,12,15,16}.

2.- La matriz orgánica solo representa el 1.8% del peso del esmalte. Esta constituido principalmente por proteínas, lípidos y en su composición no participa el colágeno.

El esmalte superficial, en un espesor de 0.1 a 0.2mm, es más duro y posee más materia orgánica de que resto del esmalte. El porcentaje de glucoproteínas es 10 veces más grande. Su mayor dureza se debe a la constante exposición a la saliva y a la precipitación de sales de calcio y fosforo, con oligoelementos como flúor, estaño, cinc, etc.^{11,14}.

3.- Los cristales de hidroxiapatita se hallan densamente empaquetados, y son de mayor tamaño que los de otros tejidos mineralizados. La composición de los cristales puede variar ligeramente, según la composición química del medio líquido donde se originan.

Los cristales del esmalte en desarrollo adoptan la forma de barras y plaquetas. No hay acuerdo sobre sus dimensiones y se ha informado que algunos cristales miden hasta 210nm. Es muy difícil medirlos ya que escapan al campo del microscopio electrónico. Los cristales son solubles a la acción de los ácidos, constituyendo esta característica el sustrato químico que da origen a la caries dental^{11,14}.

4.- Las células secretoras del tejido adamantino, los ameloblastos, tras completar la formación del esmalte, involucionan y desaparecen durante la erupción dentaria por un mecanismo de apoptosis. Esto implica que no hay crecimiento ni nueva aposición de esmalte después de la erupción¹⁴.

5.- El esmalte maduro no contiene células ni prolongaciones celulares, por ello actualmente no se le considera un tejido, sino una sustancia extracelular altamente mineralizada. Las células que le dan origen, no quedan incorporadas a él y por ello el esmalte es un tejido acelular, avascular y sin inervación¹⁴.

6.- Frente a una noxa reacciona con pérdida de sustancia siendo incapaz de repararse, es decir, no posee poder regenerativo como sucede en otros tejidos del organismo, aunque puede haber remineralización¹³.

2.2.1.1 PROPIEDADES FÍSICAS

1.- Dureza: es la resistencia superficial de una sustancia a ser rayada o a sufrir deformaciones de cualquier índole, motivadas por presiones. El esmalte presenta una dureza que corresponde a un cinco en la escala de Mohs (es una escala del uno al diez que determina la dureza de ciertas sustancias) y equivale a la apatita, que variaría según la orientación de los cristales. Estudios recientes establecen los valores promedios de dureza del esmalte en dientes permanentes entre 3,1 y 4,7 Giga pascales (GPa)^{13,17}.

2.- Elasticidad: el esmalte posee un módulo de elasticidad relativamente bajo, lo que indica su carácter quebradizo. Esto se compensa gracias a la alta fuerza de compresión de la dentina subyacente, de la que deriva la funcionalidad y durabilidad del esmalte¹⁴.

3.- Color y transparencia: el color del esmalte varía considerablemente y depende de su espesor junto al grado de transparencia del tejido. Cuanto mayor sea la mineralización, tanto más transparente será el esmalte. Los dientes tienen aspecto amarillento en las zonas en las que se puede visualizar la dentina subyacente. En áreas más gruesas, el esmalte es más opaco y aparece azulado o gris¹⁴.

4.- Permeabilidad: existe un gradiente dinámico entre la pulpa y el medio oral, en el que participa el esmalte a través de sus poros. El esmalte es selectivamente permeable, permitiendo el paso de agua e iones, excluyendo grandes moléculas¹⁴.

5.- Radiopacidad: es la oposición al paso de los rayos Roentgen. Es muy alta, ya que es la estructura más radiopaca del organismo humano por su alto grado de mineralización^{11, 13}.

2.2.2 Resina Compuesta

Inicialmente fue concebida como material estético para el sector anterior, actualmente es considerada material restaurador universal, ya que está indicada para todo tipo de restauración debido a que han mejorado sus propiedades mecánicas químicas y ópticas.¹⁸

Es un material orgánico sintético rígido e indeformable, que está conformado por:

- Una matriz o fase orgánica (fase continua) es precisamente una resina.

- Un relleno inorgánico (fase dispersa) que da la resistencia
- Un agente de enlace (interfase) que es aplicado sobre la superficie de las partículas de relleno para integrarlas a la matriz orgánica.¹⁹

a. Matriz o Fase Orgánica

En 1963 Bowen realizó un estudio para mejorar las propiedades de las resinas acrílicas usadas para restauración en operatoria, llegando a crear una molécula de naturaleza híbrida acrílica-epóxica, donde los grupos reactivos epóxicos terminales (oxiranos) se reemplazan por grupos metacrílicos, resultando en la molécula conocida como Bis-GMA (Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato) o molécula de Bowen.

La matriz está constituida en su mayoría por monómeros y comonómeros entre los que están el mono, di y tri-metacrilato, que representan aproximadamente el 36% a 71% en volumen y 51% a 83% en peso (según la densidad) de toda la resina compuesta. Hay otros componentes como: reguladores de viscosidad, los cuales permiten la incorporación del relleno y una adecuada manipulación, agentes reticulantes que permiten la formación de un retículo tridimensional irreversible, inhibidores e iniciadores de la polimerización, y por último estabilizadores de color.^{18,20}

b. Relleno Inorgánico

Es el encargado de reforzar y estabilizar la matriz de resina, mejorando la resistencia compresiva, la resistencia tensional, la dureza, la resistencia a la abrasión, la contracción y el coeficiente de expansión térmico durante la

polimerización. Los materiales usados como refuerzo son : cuarzo fundido, vidrio de aluminio-silicato, vidrio de boro-silicato, silicatos de litio y aluminio, fluoruros de calcio, vidrios de estroncio, vidrios de zinc y zirconio .^{18,20}

c. Agente de Enlace

Para que una sustancia utilizada como refuerzo, actúe como tal, es necesario que dicho refuerzo tenga unión química con la sustancia a la cual va a reforzar.

Para facilitar la unión entre dos fases completamente diferentes químicamente, la orgánica y el refuerzo inorgánico se utilizan agentes de enlace. Este enlace debe ser fuerte, de lo contrario se produciría el desprendimiento de las partículas de vidrio y la penetración de humedad en la interfase.^{18,20}

2.2.2.1 Clasificación

A modo de conocer en mayor profundidad estos materiales y poder entender su comportamiento e indicaciones, las resinas compuestas se pueden clasificar de acuerdo a distintos parámetros, como son:

1. Según relleno
2. Según tipo de monómero que compone la matriz
3. Según activación
4. Según consistencia

1. Según relleno

- De Macro relleno o convencionales:

El relleno más común es el cuarzo, con un tamaño de partícula entre 8 y 80 μm , rodeadas de una apreciable cantidad de matriz de resina . Actualmente se encuentran en desuso. ¹⁹

- De Micro relleno:

Posee sílice coloidal como relleno inorgánico. El tamaño de partícula es de 0.04 μm aproximadamente. De este modo se mejora la calidad del pulido y la resistencia a la abrasión. Su desventaja es la disminución de la resistencia compresiva en comparación a otras resinas compuestas. ¹⁹

- Híbridas:

Las partículas de las resinas compuestas de tipo híbrida, corresponden a sílice coloidal (micro relleno) y partículas con un tamaño promedio entre 1.5 y 2 μm , lo que otorga una superficie con mayor pulido y adecuada resistencia mecánica. Este grupo de resinas compuestas combina las propiedades de las anteriores. ¹⁹

- Micro híbridas:

Mezclan partículas de micro relleno con partículas más grandes, de un tamaño entre 0.4 y 0.7 μm . Poseen excelentes propiedades físicas, con una resistencia mecánica compresiva mayor que las anteriores y una resistencia al desgaste

compatible a su función. Además poseen buena terminación y pulido. Al tener esta combinación de partículas, es posible incorporar un alto porcentaje de relleno, aproximadamente un 67% en volumen. Todas estas características permiten que este tipo de resinas compuestas sean las de mayor uso en la actualidad, con utilidad para piezas dentarias del sector anterior como en el posterior de la boca¹⁹.

- De Nanopartículas:

Corresponden a los composites que poseen partículas de relleno de tamaño promedio 25 nm. Este tamaño de partícula está por debajo del rango de longitud de onda de la luz visible, por lo que no dispersan ni absorben luz visible. Este tipo de relleno permite la incorporación de radiopacificadores que no interfieren con las propiedades estéticas y, sobre todo, incrementan el nivel de relleno a niveles de 90% - 95% en peso, controlando de mejor manera la contracción por polimerización y mejorando significativamente sus propiedades físicas.

Estos composites son de última generación y para su formulación se ha utilizado nanotecnología. La nanotecnología corresponde a la aplicación de componentes o elementos de escala nanométrica en algún proceso tecnológico. Muchas ciencias o procesos tecnológicos o industriales aplican hoy en día componentes o elementos de ese rango; la odontología no es una excepción y tampoco la composición de los composites²¹.

Como ya se ha mencionado, las ventajas que otorgan la incorporación de nanopartículas mejoran algunas propiedades mecánicas y estéticas tales como

una mayor resistencia a la abrasión y un mejor pulido superficial que los anteriores tipos de resina compuesta²¹

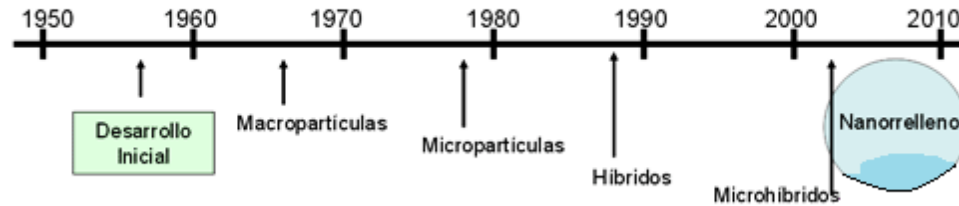


Fig. 1 Cronología del desarrollo de las resinas compuestas de acuerdo a las partículas .²²

2. Según tipo de monómero que compone la matriz

- bis – GMA:

Bisfenol –glicidil metacrilato. Posee un grupo activo a cada extremo de la cadena. Como características se cuentan su viscosidad.²³

- DMU o UDMA:

Dimetacrilato de uretano. Es una cadena más larga que la anterior, más fluido y pegajoso, y con mejores propiedades ópticas.²³

- Mixtas:

Corresponden a aquellos composites que en su composición combinan distintos tipos de monómeros, con el objetivo de mejorar algunas propiedades del material. Los monómeros que las componen pueden ser bis – GMA, UDMA y / o TEGDMA, en distintas proporciones.

Al combinar estos monómeros, se puede obtener una consistencia que otorga mejor manipulación y mejores propiedades ópticas.²³

3. Según activación:

- *Resinas compuestas de Activación química:*

En el proceso de activación química, una amina terciaria aromática es quien activa la reacción de polimerización, que al actuar sobre el peróxido de benzoilo, permite la producción de radicales libres que reaccionarán sobre el monómero en el inicio del proceso, a temperatura ambiente.¹⁹

- *Resinas compuestas de Activación física:*

- Termo polimerización:

Corresponde a la activación por calor o por un alza en la temperatura del material previamente moldeado y por esta razón son utilizadas principalmente como material para la confección de estructuras indirectas²⁴.

- Foto polimerización:

Corresponde a los sistemas activados por luz visible. En estos sistemas una luz halógena, de longitud entre los 410 y 500 nm., activa a una α - dicetona, la canforoquinona, que en presencia de una amina alifática, inicia la reacción de polimerización. En otras palabras, los fotones actúan sobre la canforoquinona, que reacciona liberando radicales libres, los que a su vez inician el proceso de polimerización del monómero presente²⁴.

Las resinas compuestas foto activadas poseen numerosas ventajas en comparación a las resinas compuestas de auto polimerización, entre las cuales se puede mencionar la menor cantidad de monómero residual que se encuentra posterior al proceso de polimerización, un proceso de polimerización más rápido, la capacidad que posee la luz de atravesar las estructuras dentarias, y proporcionar una mayor estabilidad de color²¹.

- Resinas compuestas de Activación mixta:

Corresponden a la combinación de distintos sistemas de polimerización, tales como calor – presión, luz – presión, calor – luz, o foto – auto polimerización, siendo esta última combinación la más utilizada hoy en día en las resinas compuestas destinadas a la fijación de estructuras indirectas en boca²³.

4. Según su consistencia

- Resinas compuestas convencionales

Corresponden a un grupo de resinas compuestas que poseen una viscosidad intermedia. Esta característica está dada por la cantidad de relleno presente en su estructura, la que corresponde a un 72% - 82% en peso, y a un 60% - 68%

en volumen. Tienen un bajo índice de desgaste, alta elasticidad y resistencia a la fatiga.²⁵

- Resinas compuestas condensables

Corresponden a aquellos composites con una estructura similar a la de cualquier resina, donde la porción inorgánica o de relleno constituye el 77% a 83% en peso y 65% a 71% en volumen. Poseen una malla polimérica rígida (fibras cerámicas porosas silanizadas conectadas entre sí que permiten el infiltrado de la matriz orgánica entre ellas), lo que brinda una viscosidad similar a la de la amalgama. Debido a su alto contenido de relleno, se hace necesario condensar el material para lograr su adaptación a la cavidad a restaurar. Son altamente resistentes al desgaste y a la fatiga, con un alto módulo de elasticidad que las hace comportarse como resinas rígidas²⁵. Sus ventajas son, la posibilidad de ser condensadas (como la amalgama de plata), mayor facilidad para obtener un buen punto de contacto y una mejor reproducción de la anatomía oclusal. Su comportamiento físico-mecánico es similar al de la amalgama de plata, superando a las de los composites híbridos²⁶; sin embargo, su comportamiento clínico, según estudios de seguimiento es similar al de los composites híbridos²⁷. Como principales inconvenientes destacan la difícil adaptación entre una capa de composite y otra, la dificultad de manipulación y la poca estética en los dientes anteriores. Su principal indicación radica en la restauración de cavidades de clase II con el fin de lograr, gracias a la técnica de condensación, un mejor punto de contacto.

- *Resinas compuestas fluidas*

Son resinas compuestas de baja viscosidad, es decir, más fluidas que la resina compuesta convencional. Para poder alcanzar esta característica, se les disminuyó el porcentaje de relleno inorgánico y se eliminó de su composición algunas sustancias o modificadores reológicos, con lo cual mejora su manipulación. La cantidad de relleno que poseen es de 51% a 65% en peso y de 36% a 50% en volumen. Esto les confiere un bajo módulo de elasticidad y una gran flexibilidad. Son de fácil pulido y poseen una baja resistencia al desgaste²⁸.

Además producen alta humectabilidad de la superficie dental, asegurando la penetración en todas las irregularidades del sustrato dentario, formando espesores de capa mínimos que eliminan el atrapamiento o inclusión de aire en su interior²⁸.

Como se puede apreciar, actualmente se dispone de una gran gama de resinas compuestas, material que ha diversificado sus indicaciones clínicas, ya que presenta propiedades biológicas aceptables, como la ausencia de volatilidad y la baja reacción exotérmica resultante del proceso de polimerización. Además de estas aceptables propiedades biológicas, las resinas compuestas presentan propiedades mecánicas superiores a otros materiales restauradores, como los metales y los compuestos de amalgama²⁸. El término propiedades mecánicas se define como las respuestas medibles tanto elásticas (reversibles al eliminar la fuerza) como plásticas (irreversibles), bajo la influencia de fuerzas externas, denominadas cargas. Se denomina fuerza a cualquier acción o influencia capaz

de modificar el estado de movimiento de un cuerpo, es decir, de imprimirle una aceleración.

Las fuerzas pueden actuar de distinta forma en un cuerpo, produciendo efectos diversos, por lo que se pueden describir diferentes tipos de fuerzas, según el efecto que generan sobre un cuerpo.

- *Resinas compuestas para el sector posterior*

Son resinas de naturaleza hidrofóbica, la cual deriva de la combinación de los componentes químicos básicos de los siloxanos y oxiranos (grupos epóxicos)²⁹. La estructura del siloxano se introdujo para proveerle una naturaleza más hidrofóbica al silorano, lo cual reduce considerablemente la sorción acuosa del medio bucal, mejorando sus propiedades físicas y, a su vez, tienden a absorber menos los colorantes de la dieta, por lo tanto son mucho menos sensibles a la pigmentación exógena³⁰. Hay que destacar que la red de los siloranos se crea debido a la polimerización catiónica (o inducida por un catión), es decir, un proceso de polimerización por apertura de anillos de los oxiranos. Esta polimerización empieza cuando un catión ácido abre un anillo oxirano y genera un nuevo centro ácido (un carbocatión). El anillo de oxirano abierto forma entonces una cadena de dos monómeros multifuncionales³¹. En la polimerización por apertura de anillo ocurre con una contracción muy baja, mostrando valores de contracción menores al 1%³². Esta baja contracción representa una ventaja clínica en relación a la formación de brechas marginales que con llevarían a la microfiltración. Los resultados son muy alentadores, exhibiendo valores de contracción y estrés de polimerización más bajos y mayor estabilidad en luz ambiental, cuando es comparado con los

metacrilatos. Igualmente, los siloranos revelan propiedades físicas comparables a las resinas compuestas basadas en metacrilato y los resultados toxicológicos en general sugieren que los siloranos son biocompatibles³³.

2.2.3 Dureza superficial

La dureza superficial representa la facilidad o dificultad que tiene un cuerpo para ser penetrado o indentado en su superficie. Los primeros test de dureza fueron basados en una escala de minerales naturales basados solamente en la habilidad de un material para rayar a otro que fuera más blando. Se diseñó un esquema cualitativo y de alguna manera arbitraria, llamado la escala de Mohs, en el cual el número 1 corresponde al material más blando (talco), y el número 10 al más duro (diamante).

Se han desarrollado técnicas cuantitativas de dureza a través de los años en las cuales un pequeño indentador es forzado contra la superficie del material a ser evaluado, bajo condiciones controladas de carga y tiempo aplicado. La profundidad o tamaño de la indentación resultante es medida y relacionada a un valor de dureza; mientras más blando sea el material, más grande y profunda será la indentación por tanto menor el valor de dureza.

Los aparatos usados en el laboratorio para medir esta resistencia a la penetración se denominan durómetros (durímetros), estos son aparatos con indentadores de diferentes formas (esferas, pirámides, etc.) y materiales (acero, diamante) según el sistema que usen. Este indentador será forzado

contra el material a probar con una carga determinada que puede ir desde gramos hasta kilogramos y por un tiempo preestablecido por el investigador. Para la medición de las huellas en las pruebas de microdureza se usa el microscopio incorporado al aparato ³⁴.

2.2.3.1 Sistema de Medición

Hay diversos sistemas para medir la dureza. Todos se basan en el mismo principio ya descrito. La diferencia entre ellos radica en el tipo de penetrador utilizado. El cálculo se hace aplicando fórmulas apropiadas o simplemente consultando tablas ya confeccionadas.

Los más utilizados son:

Sistema Brinell .- se emplea como penetrador una pequeña esfera de acero. Para obtener el número de dureza de Brinell se relaciona la carga aplicada con la superficie con la superficie de la huella, que tiene una proyección circular y cuyo diámetro se mide con un microscopio. Tiene dos inconvenientes: el primero es que no sirve para materiales frágiles, ya que producir la huella representa superar bastante el límite proporcional, lo que no es posible en ese tipo de materiales. El otro inconveniente es que no tiene en cuenta la recuperación que se produce en el material después de retirar la esfera, es decir que no se mide la magnitud real de la penetración sino la penetración menos la recuperación que se produce cuando tiende la superficie a volver a su forma original.

Sistema Rockwell.- es similar al Brinell, pero con él en lugar de medirse la superficie de la huella se mide la profundidad de la penetración. Ofrece menos

garantías de exactitud pero el ensayo es más rápido y fácil de llevar a efecto.

Métodos más exactos son los basados en el empleo de indentadores de diamante tallado en formas especiales³⁵.

Sistema Vickers.- Emplea un diamante de forma piramidal con ángulo de 136° , que al aplicarle una carga variable, deja una huella de forma cuadrangular donde se miden las diagonales y se promedian. Con estos valores el número de dureza superficial se obtiene de un cuadro. La huella dejada es muy pequeña y permite realizar mediciones aun en áreas muy reducidas y se presta para determinar la dureza de materiales bastante frágiles. Por eso se le utilizó para medir la dureza superficial de la estructura dentaria. Sin embargo la prueba de Vickers presenta los mismos inconvenientes que la Brinell en lo que respecta a la medición de materiales que experimentan recuperación elástica³⁵.

Sistema Knoop.- el indentador es un diamante tallado también en forma piramidal, pero con las aristas longitudinales formando un ángulo de 172.5° y las transversales, de 130° . De esta manera la huella dejada sobre el material en estudio tiene una forma romboidal con una diagonal mayor debido a que en su nivel la recuperación elástica que se produce no tiene tanta importancia (una pequeña recuperación en la longitud grande no altera el resultado apreciablemente)³⁵.

Con estos dos últimos métodos, igual que con Brinell, el número de dureza (VHN y KHN, respectivamente) se calcula relacionando la carga, que puede variar según el material ensayado entre algunos gramos y uno o dos

kilogramos, con la superficie de la huella.³⁵

Ambos son llamados también pruebas de microdureza debido al tamaño de la carga y el indentador ¹⁹ y como las utilizamos para medir la dureza superficial de un cuerpo, es que utilizamos el término de microdureza superficial.

Otra forma de evaluar la dureza es mediante un rayado hecho en la superficie con un indentador estandarizado. El ancho de la huella permite tener una, medida de la resistencia superficial del material, esta es menos exacta, pero la ventaja es que se realiza con aparatos portátiles.²¹

3.3 Definición de términos básicos

3.3.1 Prueba de dureza de Vickers: Consiste en observar la capacidad del material cuestionado para resistir la deformación plástica de una fuente estándar.

3.3.2 Dureza Superficial: La dureza es la propiedad que tienen los materiales de resistir el rayado y el corte de su superficie o la capacidad que tiene para resistir la penetración de una punta bajo determinada carga.

3.3.3 Resina : Es un material restaurador orgánico sintético rígido e indeformable.

3.4 Hipótesis

Las resinas compuestas posteriores presentan mayor microdureza que las resinas de nanorelleno.

3.5 Operacionalización de variables

Variable	Tipo de Variable	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Microdureza	Cuantitativa	Microdureza de resinas	Cantidad de resistencia a la indentación que presenta la superficie de cada material medido en kg/mm ²	Razón
Resinas	Cualitativa	-Resina de nanorelleno - Resina compuesta posterior	Al examen clínico	Nominal

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de estudio

La investigación es de tipo experimental , prospectivo y transversal

4.2 Muestra

La muestra estuvo conformada por 30 bloques cilíndricos de 4mm de diámetro por 2mm de altura de los cuales 15 bloques fueron elaborados con resina de nanorelleno FILTEK Z350^{xt} color B2 (3M-ESPE, USA) y 15 bloques con resina compuesta posterior FILTEK P60 color B2(3M-ESPE, USA)

Los bloques fueron distribuidos en dos grupos según el material (quince en cada grupo)⁴¹.

4.3 Procedimientos y técnicas

4.3.1 Preparación de bloques cilíndricos

Para la elaboración de los bloques se utilizaron moldes metálicos cilíndricos de 4mm de diámetro por 2mm de altura y se rellenaron con capas de 1mm de espesor de los materiales en estudio, los cuales fueron manipulados según las instrucciones del fabricante aplicando la técnica incrementa y la última capa se presionó con una lámina de vidrio de 2mm de espesor para darle paralelismo

con la base del molde y se fotocuró usando una lámpara de luz halógena cuya intensidad fue de 420Mw/cm^2 ⁴².

Luego fueron seleccionadas para el ensayo y se almacenaron en agua destilada a $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ durante 24 horas y luego de 48 horas fueron pulidas las caras superiores de los cilindros con discos TDV de mayor a menor granulación y con un disco de fieltro a baja velocidad.³⁸ Y finalmente fueron distribuidas y rotuladas en dos grupos según el material y a cada disco de resina se le asignó un número del 1 al 15 que correspondió a las muestras de Filtek Z350XT, las muestras de Filtek P90 se le asignó el número del 16 al 30. Posteriormente se llevó a cabo el ensayo de dureza de acuerdo con la norma ISO 6507-2 ⁴³.

4.3.2 Medida de la dureza

Se utilizó el método de microdureza Vickers por el tipo de material analizado⁴⁰. Mediante un microdurómetro, en cada muestra se indentaron en 5 puntos diferentes bajo una carga de 100g por 15 segundos.

Para hallar el valor de microdureza superficial se midieron las diagonales de cada hendidura, este valor se trasladó a una tabla proporcionada por el fabricante del durómetro (BUEHLER Tables for Knoop and Vickers Hardness Numbers), donde se realizó de manera directa el valor promedio obtenido con el número de dureza expresado en kg/mm^2 .

Finalmente, los valores obtenidos fueron trasladados a una tabla de valores de la microdureza superficial en kg/mm^2 para cada cuadrante del espécimen.

Este procedimiento se realizará siguiendo la norma de la American Society for Testing and Materials (ASTM) E384-10⁴⁴.

4.4 Procesamiento de datos

Los valores de la microdureza obtenidos fueron colocados en una ficha elaborada para este estudio.(Anexo 2)

En esta tabla se colocaron los materiales a estudiar que son las resina nano relleno Z350XT y la resina compuesta posterior P90 con los números de muestra correspondientes de cada una , enumeradas de 1 al 30 y al costado de cada una se colocará los valores de microdureza.

4.5 Análisis de resultados

Los datos obtenidos fueron procesados mediante métodos estadísticos con el paquete SPSS 21.0. Se usó la prueba de T-STUDENT por lo que se realizaron cálculos de Media X, Desviación Estándar, Tolerancia y Grados de Libertad para determinar si es que había una variación estadísticamente significativa entre las medidas de microdureza de los dos materiales evaluados.

Para determinar si había una diferencia estadísticamente significativa entre las variaciones de la microdureza de los dos grupos evaluados, se usó la prueba comparativa de ANOVA.

V. RESULTADOS

Luego de someter los bloques de material al durómetro, se observó que el grupo de resina de nanorelleno tuvo un promedio de microdureza superficial que fue 103.54 kg/mm², siendo los valores mínimos de microdureza 66,62 kg/mm² y máximo de 166,60kg/mm².

En el grupo de la resina compuesta posterior presentó un promedio de microdureza superficial de 139,00 kg/mm², siendo los valores mínimos de microdureza 97,70 kg/mm² y máximo de 178,20/mm². (TABLA 01, GRAFICO 01, GRAFICO 02)

Mediante la prueba de T Student se planteó la hipótesis nula si existía diferencia significativa entre la microdureza superficial de resina de compuesta posterior y la resina de nanorelleno y la hipótesis alterna en donde no existía diferencia significativa entre ambas resinas, el estudio nos dio por válida la hipótesis nula, confirmando que si existe diferencia significativa entre la resina compuesta posterior y la resina de nanorelleno. (TABLA 02)

Al aplicar la prueba de análisis de varianza de ANOVA, esta determinó que si hubo diferencia estadísticamente significativa entre las variaciones de la microdureza superficial de los dos grupo de materiales $p = 0,001(p < 0.05)$ (TABLA 03)

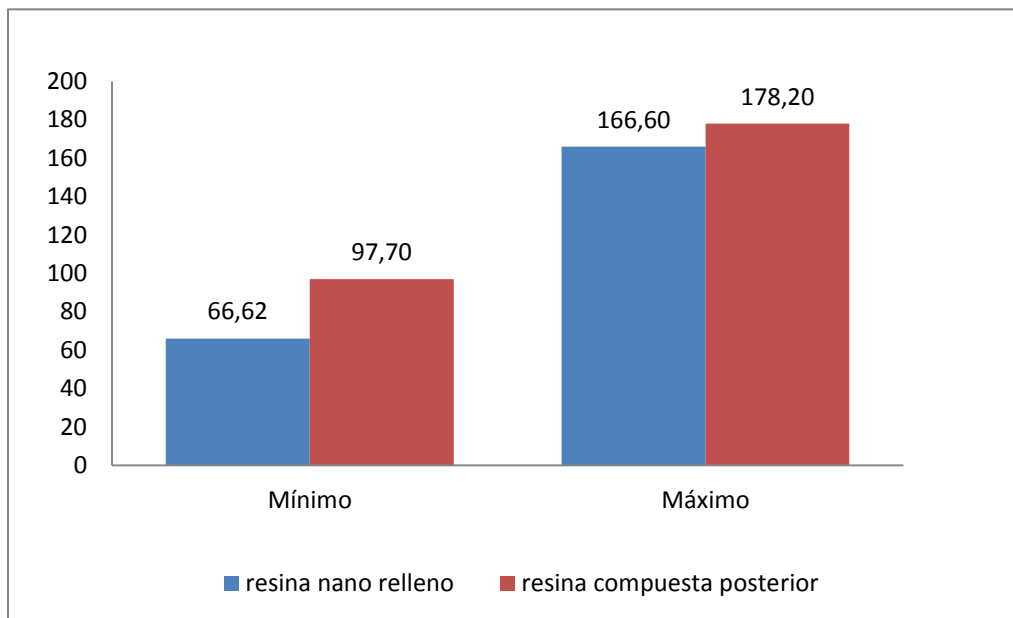
ANÁLISIS DE MEDIAS DE LAS RESINAS DE NANORELLENO Y RESINAS
COMPUESTAS POSTERIORES

TABLA 01

resinas	N	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
resina de nanorelleno	15	103,548	30,3873	66,62	166,60
resina compuesta posterior	15	139,009	22,4011	97,70	178,20
Total	30	121,278	31,8315	66,62	178,20

VARIACIÓN ENTRE VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE MICRODUREZA
SUPERFICIAL ENTRE LOS DOS GRUPOS

GRAFICO 01



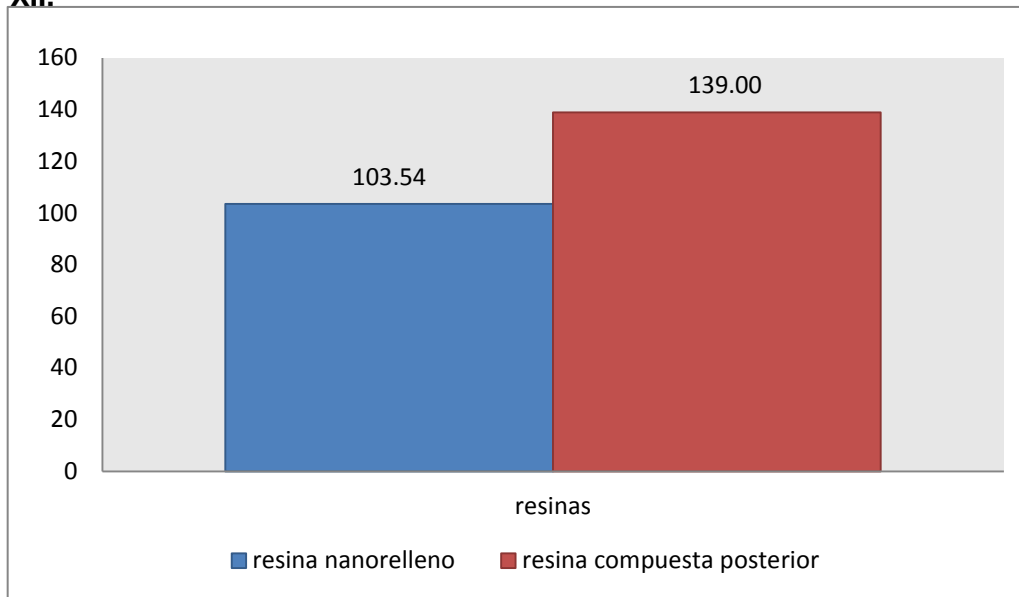
En la tabla01 se puede apreciar que la resina de nanorelleno presenta una media de 103,54 mientras que la resina compuesta posterior presenta una media de 139,00, también podemos observar que valor mínimo de microdureza en la resina de nanorelleno fue de 66,62 mientras que en la resina compuesta posterior fue de 97,70. En cuanto al valor máximo observamos que la resina de nanorelleno presentó un valor de 166,60 a diferencia de la resina compuesta posterior que presentó un valor de 178,20.

En el grafico01 se puede apreciar la comparación entre los valores mínimos y máximos de la resina de nanorelleno y la resina compuesta posterior. Donde la resina compuesta posterior presentó un valor mínimo de 97,70 y un valor máximo de 178,20 mientras que la resina compuesta posterior presento un valor mínimo de 66,62 y un valor máximo de 166,60 .

VARIACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE LOS DOS
MATERIALES DE ESTUDIO

GRAFICO 02

XII.



En el grafico 02 se puede apreciar la variación de la microdureza superficial entre la resina de nanorelleno y la resina compuesta posterior. Donde la resina compuesta posterior presentó una media de 139,00 en comparación de la resina de nanorelleno que presentó una media de 103,54. Demostrando que existe un diferencia significativa.

T-STUDENT PARA COMPARAR MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE
RESINA DE NANORELLENO Y COMPUESTA POSTERIOR

TABLA 02

Resina	N	t	gl	Sig bilateral	Dif de medias	Error tip de la diferencia
Resina nanorelleno	15	-3,638	28	0,001	-35,46133	-15,49450
Resina compuesta posterior	15	-3,638	25,747	0,001	-35,46133	-15,41550

En la tabla 02 podemos apreciar que el valor de T es -3,638, el cual nos permitió determinar que si existió diferencia significativa entre la resina de nanorelleno y la resina compuesta posterior.

PRUEBA ANOVA PARA DETERMINAR LA SIGNIFICANCIA ENTRE LAS
VARIACIONES DE MICRODUREZA DE LOS DOS MATERIALES

TABLA 03

Variable	Fuente	SC	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Diferencia	Entre resinas	9431,296	1	9431,296	13,235	,001
	Dentro de las resinas	19952,849	28	712,602		
	Total	29384,146	29			

En la tabla 03 podemos apreciar que el valor de p fue 0,001 ($p < 0,05$) lo cual nos indicó que hubo una diferencia estadísticamente significativa entre la resina de nanorelleno y la resina compuesta posterior.

VI. DISCUSIÓN

Es importante el conocimiento de la mayor cantidad de propiedades mecánicas de las resinas tales como la resistencia a la abrasión, fractura, compresión e inclusive dureza entre otras.

Porque se realizan continuos cambios en la composición de las resina para mejorar sus propiedades mecánicas y estéticas, como por ejemplo la reducción de tamaño y aumento de la cantidad de partículas inorgánicas,⁴⁸ además de cambios en su forma y distribución, por lo tanto reducen de esta forma el desgaste y la degradación asociado con la matriz.⁴⁹

Los resultados obtenidos en el presente estudio son similares con los estudios realizados por Tchorz y col encunto a determinar que las resinas compuestas posteriores presentaron mayores niveles de microdureza que las resina de nanorelleno, teniendo ellos de diferencia que evaluaron las resinas en cavidades profundas de clase II .²

Comparando el estudio realizado por Ciccone-Nogueira y col; en donde hallaron $109,78\text{kg/mm}^2$ como promedio de microdureza para la resina P60; con los resultados obtenidos en el presente estudio se corroboró que la resina compuesta posterior P60 de la marca comercial 3M presentó los mejores valores de microdureza($139,00\text{kg/mm}^2$), a pesar de que en el estudio de

Ciccone-Nogueira se evaluó su microdureza con la de otras resinas compuestas posteriores pero de diferentes marcas comerciales y en diferentes profundidades⁴⁸.

Otro estudio con el que también se pudo ratificar que la resina compuesta posterior P60 obtuvo mayores valores de microdureza fue con el estudio de Pires y col en donde la resina P60 tuvo como promedio de microdureza 105,67kg/mm², presentando los mayores valores de microdureza al comparar su microdureza con el de otras 29 resinas compuestas.¹⁰

Mientras que en un estudio realizado por Baldión y col. solo se pudo reafirmar la existencia de diferencias significativas entre la microdureza de las resinas evaluadas como la P60, P90,z350xt además de corroborar de que a mayor porcentaje de relleno inorgánico mayor dureza, por tal motivo en el presente estudio también se pudo llegar a la misma conclusion.³

De igual manera los resultados obtenidos en el presente estudio , como la existencia de diferencia significativa entre las resinas Z350^{xt} y la P60,también pudieron ser ratificados con los estudios realizados por Saintive Cardia⁵ y Ferreira⁶ , ya que también encontraron la existencia de diferencia significativa al ser evaluadas resinas dos resinas como Z250 y P90 ambas de la marca 3M, pero en aquellos estudios existieron dos factores diferentes como las polimerizaciones en diferentes profundidades, y el uso de lámparas halógenas y LED .A pesar de los dos factores adicionales que encontramos en los estudios realizados por Saintive Cardia y Ferreira, también se pudo concluir al

igual que ellos, que las resinas con mayor concentración de carga en volumen y peso presentan mayores valores de microdureza^{5,6}.

Otro estudio donde también se pudo reafirmar la existencia de diferencia significativa entre resinas además de llegar a conclusión que las resinas de mayor relleno inorgánico presentan mayor microdureza fue el estudio realizado por Cremonezzi y col⁴⁹, en donde ellos también utilizaron la resina P60 para su estudio junto con otras resinas de diferentes marcas para evaluar la microdureza y además tratando de acelerar el envejecimiento de las mismas.

Debido a los resultados hallados en el estudio de Wen Lien,y col., afirmaron que aumentando el contenido volumétrico de partículas inorgánicas, y modificando el tipo, la química, la morfología y el tamaño de la partícula se puede generar un aumento en la dureza.⁴⁷ayudó a que se establezca en el presente estudio una relación entre la microdureza y el contenido de carga inorgánica de las resinas teniendo en cuenta que la dureza es variable dependiendo del tipo de tamaño y morfología de partícula de carga , así como su volumen e distribución .

VII. CONCLUSIONES

1. El promedio de microdureza superficial de la resina de nanorelleno Filtek Z350^{xt} 3M - ESPE USA fue de 103.54 kg/mm².
2. El promedio de microdureza superficial de la resina compuesta posterior P60 3M- ESPE, USA fue de 139.00 kg/mm².
3. La mayor microdureza superficial se produjo en la resina compuesta posterior P60 3M-ESPE USA.
4. La menor microdureza superficial se produjo en la resina de nanorelleno Filtek Z350^{xt} 3M-ESPE,USA.
5. Las resinas compuestas posteriores presentaron mayor microdureza que las resinas de nanorelleno.

VIII. RECOMENDACIÓN

1. Se recomienda el profesional tratar de conocer mejor sobre las propiedades de los materiales restauradores antes de realizar una restauración.
2. Se recomienda que con los conocimientos del profesional informar y orientar al paciente acerca del material que se va a utilizar para la restauración.
 - a. Se recomienda realizar más estudios sobre las propiedades mecánicas de los materiales restauradores.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. Cremonuzzi TD, Sato SS, Silva JL, Marcondes AJ, Candido DA
Analysis of surface hardness of artificially aged resin composite. Materials
Research 2012,15(1):9-14
2. Tchorz JP., Doll R., Wolkewitz M., Hellwig E., Hannig C Microhardness
of composite materials with different organic phases in deep class II cavities: an
in vitro study. Oper Dent. 2011 ;36(5):502-11.
3. Baldion EA, Vaca HD ,Alvarez SC y Agaton MD Estudio Comparativo de
las Propiedades Mecánicas de diferentes tipos de resina compuesta. Revista
colombiana de investigación odontológica 2011;1 (3) .Disponible en :
<http://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/15/21>
4. Briso AL, Caruzo LP, Guedes AP,Catelan AD y Dos Santos PH In Vitro
Evaluation of Surface Roughness and Microhardness of Restorative Materials
Submitted to Erosive Challenges. Operative Dentistry: July/August 2011, 36(4):
397-402.

5. Saintive Cardia G. . Avaliação da profundidade de polimerização através de testes de microdureza de duas resinas compostas de matrizes distintas em diferentes densidades de energia e períodos, utilizando LED como fonte fotoactivadora. (Tesis Doctoral). Sao Paulo: Universidad de Sao Paulo;2011.
6. Ferreira Insaurralde A. Avaliação da microdureza superficial de resinas compostas à base de metacrilato e silorano fotopolimerizadas com fontes de luz halógena e LED, em diferentes profundidades. (Tesis Doctoral). Mato Grosso do Sul : Universidad federal de mato grosso do sul;2010.
7. Gómez BS, Noriega BM, Guerrero IJ y Borges YA. Evaluación *in vitro* de la microdureza superficial de diferentes resinas comerciales, frente a la acción de una bebida gaseosa Revista Odontológica Mexicana 2010;.4, (1): 8-14
8. Gonzaga SF, Sano TK, Oliveira SV, Benitez CA. Estudio Comparativo de la microdureza de composites en relación a la fuente de luz, profundidad de polimerización y tiempo. Rev. Acta Odontológica Venezolana 2010; 48(4): 1-10.
9. Alencar EA, Bezerra DS, De- Moraes MD, Rodriguez LK y Porto-Neto ST Análisis de Microdureza de dos diferentes resinas relacionadas a la intensidad de fotopolimerización dependiendo de la distancia utilizada. Rev. De Odontología Pediátrica 2010; 9 (1):54-60.

10. Pires HC, Carvalho BO, Freitas AC, Freitas AM y Lauris PJ. Avaliacao Da Dureza Vickers de 29 resinas compostas Revista Odontológica de Araçatuba 2007; 28(3): 16-23.
11. Barrancos MJ, Barrancos PJ. Operatoria Dental- Integracion Clinica. Ed. Medica Panamericana 2006.
12. Ross MH, Ross, Wajciech P. Histologia. 5ta Medica panamericana 2008
13. Gomez ME, Campos AM. Histología y embriología bucodental. 1 Ed. Madrid: Editorial médica Panamericana; 1999
14. Navarro GR. Etudio mediante microscopia electronic de barrido de los efectos producidos por coca-cola u Schweppes limon en el esmalte citado y en el esmalta grabado y sellado con una resinas ortodoncia. Universidad Murcia 2006.
15. Eynard AR, Valentich M, Rovasio R. Histologia y embrologia del ser Humano: bases Celulares moleculares. 4ta Ed. Medica Panamericana. 2008.
16. Velayos JL. Anatomia de la cabeza: para Odontologo. 4ta Ed. Medica Panamericana 2007 .
17. Núñez P, Olate S, Sanhueza A, Núñez G. Perdida de flúor en piezas dentarias permanentes expuesta a refrescos: Estudio comparativo in vitro.

Avances en odontoestomatología.2006; 22(2); 141-146.Disponible en:
<http://scielo.iscui.es/pdf/odonto/v22n2/originals.pdf>

18. Chain M, Baratierl L: Restauraciones estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores. Sao Paulo Brasil :Ed. Artes Medicom; 2001.

19. Craig- O'Brien-Powers. Materiales dentales. Propiedades y manipulación. 6ta edi. Argentina: Editorial Mosby/Doyma Libros S.A.; 1996.

20. Guzman H: Biomateriales odontológicos de uso clínico. 2° ed. Bogotá, Colombia: Ed. ECOE 1999.

21. Pereira S, Osorio R, Toledano M, Nunes T. Evaluation of two Bis-GMA analogues as potential monomer diluents to improve the mechanical properties of light-cured composite resins. Dent Mater.2005; 21(9):823-30.

22. Bayne S. Dental biomaterials: where are we and where are we going? Journal of Dental Education 2005; 571-585.

23. Moncada G. Y COL. Unidades de luz visible. Revista dental de Chile 1989 ;:37 – 43.

24. Uribe E J. Operatoria Dental. Ciencia y práctica. 1990;p.: 213 – 215

25. Tobar SE. "Análisis comparativo *in vitro* de propiedades mecánicas de compómero correspondiente a cuatro marcas comerciales".(Tesis Doctoral) Chile: Facultad de Odontología,Universidad de Chile;2000.
26. Suzuki S. Does the wear resistance of packable composite equal that of dental amalgam. J Esthet Restor Dent 2004;16:355-65.
27. De Souza FB, Guimaraes RP, Silva CH. A clinical evaluation of packable and microhybrid resin composite restorations: one-year report. Quintessence Int. 2005;36:41.
28. Ferracane JL. Nuevos Polímeros para Restauraciones Dentales. Management Alternatives for the Carious Lesion. Proceedings from the International Symposium. Charleston. EE UU. Operative Dentistry2001;6(4): 199 -209.
29. Weinmann, W. Thalacker, C. Guggenberger, R. Siloranes in dental composites. 3M ESPE, Seefeld, Germany. Dent Mater. 2005; 21: 68-74.
30. Eick JD, Smith RE, Pinzino CS, Kostoryz EL. Stability of silorane dental monomers in aqueous systems Journal of Dentistry. J Dent. 2006;34(6):405-10.
31. Ferracane J. New polymer resins for dental restoratives. Operative Dentistry. Supplement 2001; 6:199-209.

32. Bouillaguet S. Gamba J. Forchelet J. Krejci I. Wataha J. Dynamics of composite polymerization mediates the development of cuspal strain. Dental Materials 2005.
33. Fleming GP, Burke FN, Randall R. In vitro cuspal deflection and microleakage of maxillary premolars restored with novel low-shrink dental composites Dental Materials 2005; 21(4) : 324-335.
34. Callister WA. Materials Science and engineering Mechanical properties of metals. 3ra ed. New York: John Wiley and Sons; 1994.
35. Macchi RL. Materiales dentales. Fundamentos para su estudio. 2° ed. Buenos Aires: Editorial Panamericana S.A; 1993.
36. Cuniberti R. Lesiones cervicales no cariosas, la lesión dental del futuro. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2009
37. Schwartz RS, Summitt JB, Robbins JW. Fundamentos en odontología operatoria. Caracas (Venezuela): Actualidades Médico-Odontológicas Latinoamérica S.A.; 1999.
38. Ogunyinka A , Palin WM , Shortall AC , Marquis PM . Photoinitiation chemistry affects light transmission and degree of conversion of curing experimental dental resin composites. Dent Mater 2006 ;Aug:14.

39. Barceló FH, Palma JM. Materiales dentales. Conocimientos básicos aplicados. 2° ed. México, D.F.: Trillas; 2004.
40. Anusavice KJ. Ciencia de los materiales dentales. 11 ed. Madrid (España): Elsevier Imprint; 2004.
41. Ortega RF. Estudio comparativo in vitro de la resistencia al desgaste de 3 resinas compuestas de nanotecnología y 3 resinas compuestas convencionales (Tesis Doctoral) Santiago: Universidad de Chile; 2005
42. Tauquino Alavarz J. Evaluación in vitro de la microdureza superficial de una resina compuesta microhíbrida, una resina compuesta fluida y un cemento ionómero vítreo de restauración frente a la acción de una bebida carbonatada [Tesis Doctoral]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2002
43. International Organization for Standardization Dentistry. Resin-Based Filling Materials. 1988. Norma ISO 4049 y 6507-2.
44. ASTM Standard E384-10e2. Standard test method for Knoop and Vickers hardness of materials. ASTM International, West Conshohocken, PA [Internet]. 2010. Disponible en: www.astm.org. DOI: 10.1520/ E0384-10E02
45. Pereira SMB, Castilho AA, Salazar-Marcho SM, Oliveira KMC, Vázquez VZC and Bottino MA. Thermocycling effect on microhardness of laboratory composite resins. Brazilian Journal of Oral Sciences. 2007; 6(22):1372-1375.

46. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J and Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dental Materials*. 2007; 23(1):51-59.
47. Wen Lien, Kraig S. Vandewalle. Physical properties of a new silorane-based restorative system. *Dent Mat* 2010; 26(4):227-44.
48. Ciccone-Nogueira JC, Borsatto MC, De Souza ZW, Ramos PR, Palma DR. Microhardness of composite resins at different depths varying the post-irradiation time *J Appl Oral Sci*. 2007;15(4):305-9

X. ANEXOS

ANEXO 01: Carta de Presentación



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

"Año de la Integración Nacional y el Reconocimiento de Nuestra Diversidad"

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Telf.: 619-7000 – Anexo 3402

Fax: – 3409

"Acreditada Internacionalmente"

OFICIO N.º 1177-UNMSM-FO-D-2012

Lima, octubre 24 de 2012

Señor Ing:
ARTURO TALLEDO
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional de Ingeniería
Presente.-

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarlo y presentar a la Alumna GINA MELISA LOYOLA MONTERROSO, con código N° 06050062, para quien solicito se le brinde las facilidades necesarias para ejecutar su Proyecto de Tesis "Evaluación in vitro de la Microdureza Superficial de una resina de nanorelleno y una resina compuesta posterior", en la Universidad que tan acertadamente dirige.

Agradeciéndola la atención que le merezca el presente, la oportunidad es propicia para expresar a usted las seguridades de mi especial deferencia.

Atentamente,



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Mt. JUSTINIANO SOTOMAYOR CAMAY
DECANO



ANEXO 02: Ficha de recolección de datos

Material	Numero de muestra	Microdureza				
Resina de Nanorelleno	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
Resina Compuesta Posterior	16					
	17					
	18					
	19					
	20					
	21					
	22					
	23					
	24					
	25					
	26					
	27					
	28					
	29					
	30					

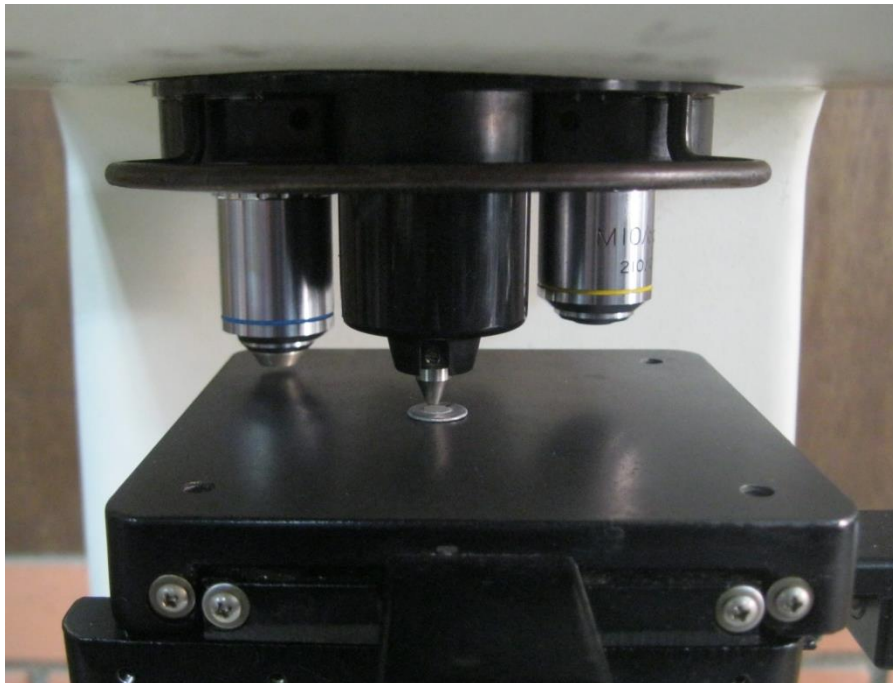
ANEXO 03: Bloques cilíndricos de resinas



ANEXO 04: Microdurómetro Buehler



ANEXO 05: Indentador del Microdurómetro



ANEXO 07: Muestra microscópica de indentación



